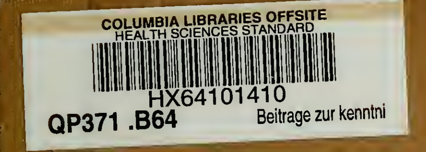
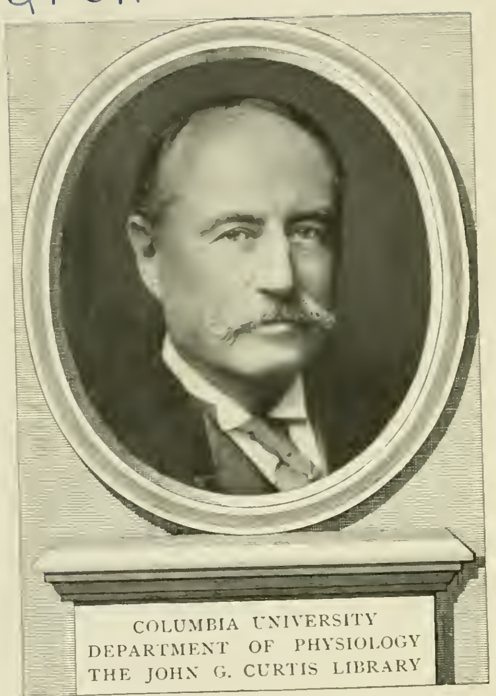


Borgherini

Beitrage zur kenntniss der leitungsbahnen
im ruckenmarke.


COLUMBIA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF PHYSIOLOGY
THE JOHN G. CURTIS LIBRARY



MITTHEILUNGEN
aus dem
Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie
der Wiener Universität.
I.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

LEITUNGSBAHNEN IM RÜCKENMARKE.

Von

ALESSANDRO BORGHERINI,
DOCENT AN DER UNIVERSITÄT ZU PADUA.

NEBST EINEM VORWORTE VON PROF. STRICKER.

WIEN, 1886.
ALFRED HÖLDER,
K. K HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in Wien,
Rothenthurmstrasse 15.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS

DER

LEITUNGSBAHNEN IM RÜCKENMARKE.

Von

ALESSANDRO BORGHERINI,
DOCENT AN DER UNIVERSITÄT ZU PADUA.

NEBST EINEM VORWORTE VON PROF. STRICKER.

WIEN, 1886.
ALFRED HÖLDER,
K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Vorwort.

Umstände formeller Natur haben mich dazu geführt, die vorliegende, unter meinen Augen entstandene Abhandlung als Monographie erscheinen zu lassen. Der Inhalt der Schrift dürfte übrigens ein genugsames Interesse bieten, um diese Form der Publication auch abgesehen von jenen Umständen nicht ungerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Stricker.

I. Die Leitung der grauen Substanz des Rückenmarks.

Ungeachtet der vielen Untersuchungen, welche seit den grundlegenden Arbeiten Ludwig Türk's[1]) über die langen Bahnen des Rückenmarks ausgeführt und bekannt gemacht worden sind, finden wir in der neueren Literatur immer noch von einander abweichende Angaben über die Längsleitung der grauen Axe.

Aus den Experimenten, welche Woroschiloff[2]) unter C. Ludwig's Leitung am Kaninchen angestellt hat, ging zwar mit Sicherheit hervor, dass sich die graue Axe an der Längsleitung nicht betheilige. Die Experimente Woroschiloff's liessen indessen in Bezug auf die daraus abgeleiteten Negationen noch einen Einwand zu. Bei diesen Experimenten wurde nämlich die Leitung im Rückenmarke sofort geprüft, nachdem ein Theil desselben verletzt worden war. Da, wo aber ein Theil des Rückenmarks durchschnitten worden ist, leiden auch die Nachbargewebe. Muss doch ein ganzes Rückenmarkssegment blossgelegt werden, wenn man einen Theil desselben durchschneiden will, und die Blosslegung bedingt eine Abkühlung, eine Contraction der Blutgefässe. Nun wissen wir, dass diese beiden Momente ausreichen, um die Function der Nervensubstanz zu stören. Wenn daher die graue Axe eines solchen Rückenmarkssegmentes

---

[1]) Wiener Sitzungsberichte, 1851.

[2]) Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig, 1874.

nicht geleitet hat, so kann man noch nicht behaupten, dass sie überhaupt nicht leitet.

Dieser Einwand ist aber durch die Experimente, welche N. Weiss[1]) unter Stricker's Leitung ausgeführt hat, hinfällig geworden. Denn hier wurden die operirten Thiere nicht sofort geprüft, sondern es wurde abgewartet, bis der Einfluss der nebensächlichen Insulte vorüber war. Es wurde an überlebenden Thieren beobachtet. Die Untersuchung an überlebenden Thieren ist schon vor N. Weiss von Piccolo und Santi Sirena[2]) ausgeführt worden. Aber meine beiden Landsleute haben sich mit der Ausschliessung der grauen Axe als Längsleitungsbahn nicht beschäftigt. Erst die Experimente von N. Weiss — welche ich in diesem Abschnitte durch einen neuen lehrreichen Fall unterstütze — haben die Hypothese von der Längsleitung der grauen Axe unhaltbar gemacht. Die ebengenannten Experimente haben aber in der Literatur fast keine Berücksichtigung gefunden. Indem ich nun dennoch die Erfolge derselben zur Grundlage meiner weiteren Untersuchung gemacht habe, halte ich es ebenfalls zweckmässig, diese Erfolge durch einen neuen Fall zu belegen.

Am 26. Juni d. J. wurde einem etwa ein Jahr alten Hunde in sehr vorsichtiger Weise und durch keinen unliebsamen Zwischenfall getrübt, der linke Seitenstrang durchschnitten, u. zw. an der oberen Grenze des Lendenmarks. Die Lähmung an der entsprechenden Körperhälfte war eine ganz manifeste. Die hintere Extremität der anderen Körperhälfte schien unmittelbar nach der Operation gleichfalls nahezu gelähmt; doch dauerte dieser Zustand nicht lange: das Thier hat schon in den nächsten Stunden nach der Operation vermocht, diese Extremität einigermassen zu bewegen.

Ich werde von diesem Umstande an einer anderen Stelle dieser Schrift sprechen. Hier erwähne ich diese zweite Extremität nur, um überhaupt den Zustand des Thieres zu schildern.

---

[1]) Wiener Sitzungsberichte, 1879.

[2]) Palermo: Estratto del Giornale di scienci naturali ed echonomiche. Vol. XI, 1875.

Bleiben wir indessen bei der Hauptsache.[1]) Auf der operirten Seite war, sagte ich, die Lähmung eine complete.

Mehrere Tage nach der Operation stellten sich aber auch hier wieder Bewegungen ein, und nach Ablauf von 3 Wochen lief das Thier auf allen Vieren so, dass man eben noch eine gewisse Unbeholfenheit der Extremität der operirten Seite wahrnehmen konnte. Im Laufe der 4. Woche ist das Thier abermals operirt worden.

Wieder ist in sehr schonender Weise, ohne jeden Zwischenfall und unter strengster Antisepsis ein Seitenstrang durchschnitten worden, und zwar rechterseits und etwa zwei Centimeter oberhalb der ersten Durchschneidung. Sofort nach der Operation waren beide hintere Extremitäten gelähmt, wenn auch nicht in ganz gleichem Grade. In der Extremität der zuerst operirten Seite war eine Spur von Bewegung zu erkennen, welche sich an die willkürlichen Bewegungen der vorderen Extremitäten knüpfte. Auch bot diese Extremität der passiven Bewegung einen gewissen Widerstand dar, während die andere sich vollkommen schlaff verhielt. Die Sensibilität war in beiden Extremitäten gleichfalls vollkommen erloschen. Noch am 6. Tage nach der zweiten Operation war eine absolute Empfindungslosigkeit gegen faradische Ströme vorhanden. Es ist nämlich je eine hintere Extremität durch den Einstich einer Nadel in die Pfote mit dem Inductionsapparat in Verbindung gesetzt und durch starke Inductionsströme gereizt worden. Es traten in beiden hinteren Extremitäten, wenn auch in ungleichem Grade, heftige Muskelzuckungen ein, der Vorderkörper blieb aber unbewegt; das Thier hat kein Zeichen des Schmerzes von sich gegeben. Die zweite Wunde verheilte ebenso gut wie die erste. Das Thier bietet, abgesehen von der Lähmung der hinteren Extremitäten, das Aussehen normaler Hunde.

Am 21. Juli wurde das Thier getödtet. Die Untersuchung des Rückenmarks ergab, dass beide Durchschneidungen genau den Intentionen gemäss ausgefallen waren.

---

[1]) Den ersten Heilungsfall dieser Art haben Piccolo und Santi Sirena, l. c. pag. 36 u. 37, bekannt gemacht. Aber sie haben den Fall nicht in dem Sinne von Woroschiloff und N. Weiss ausgewerthet.

Bei der ersten wie bei der zweiten Operation ist die graue Axe geschont worden.

Die Inspection während der Operation, die exacte Schnittführung gaben in diesem Falle fast mehr Sicherheit wie die mikroskopische Rückenmarks - Untersuchung; denn ganz ohne nachträgliche Zerstörung gewisser, wenn auch sehr kleiner Rückenmarks-Abschnitte läuft der Process trotz der Antisepsis doch nicht ab. Inwieweit also die graue Substanz in der Nachbarschaft des durchschnittenen Stranges dennoch gelitten hat, kann erst durch eine sorgfältige mikroskopische Untersuchung und durch diese nicht immer ganz genau eruirt werden. Eine einfache Betrachtung lehrt uns aber, dass es auf solche Feinheiten hier gar nicht ankomme.

Man bedenke nur, dass die Lähmung in Folge der ersten Durchschneidung des Seitenstranges rechts nach etwa drei Wochen geschwunden war. Dass der zerschnittene Seitenstrang inzwischen nicht geheilt war, versteht sich von selbst. Wir wissen durch die Untersuchung von Piccolo und Santi Sirena, dass eine solche Heilung selbst nach Monaten nicht eintritt. Die Wiederherstellung der Function kann nur durch eine Collateralbahn stattgefunden haben.

Nun schwindet diese Function wieder sofort nachdem der Seitenstrang der anderen Seite durchschnitten worden war. Es bleibt also keine andere Möglichkeit übrig, als dass diese Collateralbahn in dem zuletzt operirten Seitenstrange — das heisst, in dem Seitenstrange der gegenüberliegenden Körperhälfte, gelegen haben müsse. Ob in Folge der Schnittführung eine kleine Grenzzone der grauen Substanz gelitten hat oder nicht, ist ganz nebensächlich. Denn diese Grenzzone kann nicht die Leitungsbahn für alle sensorischen und motorischen Impulse des ganzen Hinterkörpers enthalten haben. Im Uebrigen wiederhole ich, dass die Durchschneidung, wie die Inspection während und nach der Operation und dann die Nekropsie gelehrt haben, eine durchaus exacte war. Hinter- und Vorderstränge und die graue Substanz zwischen ihnen blieb unberührt.

Diesen Argumenten zufolge glaube ich in Uebereinstimmung mit Woroschiloff und N. Weiss annehmen zu dürfen, dass die graue Substanz keine langen Bahnen enthält, dass sie nicht im

Stande ist, sensorische oder motorische Impulse von der Hirnrinde bis zur Peripherie oder umgekehrt zu leiten. Um aber über meine Ansichten keinen Zweifel obwalten zu lassen, will ich ausdrücklich hervorheben, dass ich nicht etwa die Längsleitung der grauen Substanz auf kurze Strecken hinaus in Abrede stelle.

Es kann z. B. sehr gut sein, dass die hinteren und vorderen Wurzeln nach ihrem Eintritte in die graue Substanz daselbst eine Strecke weit nach oben (proximal) verlaufen, ehe sie in die weisse Substanz gelangen.

II. Ueber die motorischen Bahnen.

Unsere Kenntnisse über den Verlauf der motorischen Fasern im Rückenmark sind zum Theil aus mikroskopischen Untersuchungen erwachsen, welche am Rückenmarke des Menschen und einiger Hausthiere gemacht worden sind. Zum Theile wieder sind sie aus Beobachtungen an kranken Menschen und künstlich krank gemachten Thieren hervorgegangen.

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens decken sich aber die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungsweisen nicht vollständig.

Nach den Ergebnissen der mikroskopischen Beobachtung existiren (nach den Untersuchungen Lud. Türk's beim Menschen und nach den Untersuchungen Schieferdecker's[1]) auch beim Hunde) zwei motorische Rückenmarksbahnen, u. zw. je eine an den Seitensträngen und je eine an den Vordersträngen. Die Beobachtungen der Function künstlich krank gemachter Thiere haben aber bis jetzt nur motorische Bahnen der Seitenstränge erkennen lassen. Ich brauche zur Erhärtung dieses Satzes nur auf die Experimente hinzuweisen, welche im ersten Abschnitte dieser Schrift beschrieben und discutirt worden sind. Wenn man einem Hunde die beiden Seitenstränge durchschneidet, so werden beide Körperhälften gelähmt (natürlich nur an den Abschnitten, deren Nerven das Rückenmark unterhalb

[1]) Virchow's Archiv. 1876, Bd. 67.

der Schnittstellen verlassen). Solchen ganz bestimmten Beobachtungen gegenüber bleibt für die Annahme von der Existenz motorischer Bahnen in den Vordersträngen kein Raum.

Ich glaube nun, auf meine Experimente gestützt, zur Lösung dieser Disharmonie einen kleinen Beitrag liefern zu können. Meine Experimente lehren, dass zwar die de norma functionirenden motorischen Bahnen in den Seitensträngen liegen, dass aber die Vorderstränge collaterale Bahnen enthalten, die allmälig in Function treten, nachdem die Hauptbahnen in den Seitensträngen zerstört worden sind.

Zu dieser Erkenntniss bin ich durch die Beobachtung überlebender Hunde in folgenden zwei Versuchsreihen gelangt.

Erste Versuchsform.

Wenn man einem Hunde beide Seitenstränge durchschneidet, wird er zwar in beiden Körperhälften gelähmt, aber die Lähmung ist, vorausgesetzt dass der Wundverlauf keine Störungen setzt, keine bleibende. Im Verlaufe von einem Monate gelangen die Thiere wieder zum willkürlichen Gebrauche der gelähmt gewesenen Extremitäten.

Ich will diese Behauptung sofort durch ein Versuchsprotokoll belegen.

Protokoll Nr. 1.

Junger Hund von etwa 5 Kilo Körpergewicht.

April 1886 operirt.

1. Tag. Beide Seitenstränge wurden in der Höhe des elften Brustwirbels quer durchschnitten. Rechts wurde der Schnitt um $^1/_2$ Cm. tiefer als links geführt. Die oberflächliche Eiterung dauerte zehn Tage. Das Thier wurde am 30. Tage getödtet.

2. Tag. Complete Paraplegie der Hinterextremitäten, Sensibilität gleichfalls aufgehoben. Reflexe herabgesetzt.

11. Tag. Die hinteren Extremitäten können etwas bewegt werden. Es gelingt dem Thiere bereits aufrecht zu stehen. Sensibilität und Reflexe vorhanden. Abmagerung.

17. Tag. Das Thier kann von beiden hinteren Extremitäten Gebrauch machen; der Gang ist jedoch schwankend. Sensibilität und Reflexe vorhanden.

30. Tag. Das Thier gebraucht die hinteren Extremitäten fast wie unter normalen Verhältnissen, die Gehbewegung etwas schwankend, was namentlich auf der linken Seite besonders hervortritt.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung sind durch die Abbildung Fig. 1 fixirt worden.

Fig. 1.



Wie die zwar schematisirte, aber in den Hauptcontouren treue Abbildung lehrt, sind die Vorderstränge vollkommen erhalten. Von den beiden Vorderhörnern ist das eine fast ganz, das andere in seinem vorderen Abschnitte vorhanden.

Auf der einen Seite fehlt der Seitenstrang vollständig und sieht man an der Abbildung eine Lücke *(S.f.)*, welche sich von der rechten Seite her bis in die Region des Centralcanales erstreckt.

An der linken Hälfte des Rückenmarkschnittes ist der Raum, welcher sonst von den Hintersträngen, von der grauen Substanz

und endlich von dem Seitenstrange eingenommen wird, mit Ausnahme des erhaltenen Stückes Vorderhorn durch eine faserige Masse ersetzt. Dieser faserigen Masse schliesst sich aber nach aussen und vorne eine Insel (*S* in der Figur) an, welche noch deutlich Nervenfasern erkennen liess und zweifellos als ein Rest des Seitenstranges angesehen werden muss. Geweblich unverändert war dieser Rest des Stranges auch nicht, aber wir wollen ihn, im Interesse der Genauigkeit unseres Beweisverfahrens, als vorhanden und möglicher Weise intact, in Betracht ziehen.

Es ist bei der Angabe des Operationsverfahrens erwähnt worden, dass die beiden Seitenstränge nicht in einer Ebene, sondern in einem Längenabstande von etwa $^1/_2$ Centimeter durchschnitten worden sind. Diese Methode empfiehlt sich aus folgendem Grunde. Wenn man die beiden Seitenstränge in einer Ebene durchschneidet, so ist die Verbindungsbrücke, bestehend aus Vordersträngen, Hintersträngen und grauer Substanz, nicht immer mächtig genug, um der Zerrung Widerstand zu leisten, welche von beiden Seiten aus, resp. von der distalen und proximalen Seite, ausgeübt wird. Ich werde auf diesen Umstand bei der Schilderung der nächsten Versuchsreihe zurückkommen. Hier habe ich ihn nur erwähnt, um zu zeigen, dass die Schnitte absichtlich und im Interesse des Versuches in verschiedenen Höhen ausgeführt worden sind.

In Consequenz dieses Operationsverfahrens konnte ein auf die Längenaxe senkrecht geführter Querschnitt des Rückenmarks nicht den vollen Defect beider Seitenstränge zur Ansicht bringen. In der einen Schnittebene, in welcher ein Seitenstrang fehlt, muss der andere Seitenstrang nothwendig vorhanden sein. Und das trifft auch für unseren Fall zu, nur dass eben der grösste Theil desselben bis auf die kleine inselförmige Stelle *S* in eine faserige Masse umgewandelt war.

Dass aber dieser Rest des Seitenstranges für die Wiederherstellung der Bewegung nicht in Betracht kommen kann, versteht sich ganz von selbst, da ja seine Continuität nicht erhalten ist. Ein Querschnitt, welcher in die ursprüngliche Schnittebene d i e s e s Seitenstranges fällt, zeigt wieder den Defect auf d i e s e r Seite.

Die mikroskopische Untersuchung des Rückenmarkes hat darüber auch keinen Zweifel gelassen, dass die Seitenstränge den Intentionen des Operateurs gemäss durchschnitten waren. Es hatte sich überdies an der tieferen Durchschnittsstelle eine kleine Höhle gebildet, durch welche der nächst höher gelegene Abschnitt des Seitenstranges unterminirt und auf eine Mantelzone reducirt war, welche in die früher genannte Insel *(S)* überging.

Es kann also gar keinem Zweifel unterliegen: die Wiederherstellung der Bewegung und der Empfindlichkeit in den hinteren Extremitäten dieses Thieres kann nur durch collaterale Bahnen der Vorderstränge erfolgt sein.

Zweite Form.

An diese Versuchsform knüpft sich nun noch eine zweite, zu welcher ich durch Zufall gelangt bin. In dieser zweiten Versuchsform ist nämlich das Rückenmark (an der Grenze zwischen Brust und Lendengegend) bis auf die Vorderstränge zerstört worden.

Zu der planmässigen Ausführung solcher Versuche lag aber keine besondere Anregung vor. Denn die Wahrscheinlichkeit des Gelingens ist nicht gross.

Es ist bekannt, dass die Stümpfe eines vollkommen durchschnittenen Rückenmarks sich bedeutend retrahiren. Es muss daher angenommen werden, dass auf die Stümpfe von oben sowohl wie von unten ein Zug ausgeübt wird. Ein ähnlicher Zug scheint sich auch geltend zu machen, wenn das Rückenmark bis auf eine schmale Brücke, also etwa bis auf die Vorderstränge, zerstört wird. Denn es wird, wie die Inspection lehrt, diese Brücke gezerrt; dass ein solches Verhalten der Reinheit des Versuches Eintrag thut, dass die hinzutretende Eiterung die schmale Brücke endlich ganz zerstören kann, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden.

Ich bin indessen in den Besitz von Thieren, bei welchen an einem Segmente nur die Vorderstränge erhalten waren, wie schon erwähnt wurde, durch einen Zufall gelangt.

Es sind nämlich die Experimente in der Absicht vorgenommen worden, um die g r a u e S u b s t a n z eines Segments zu zerstören.

Zu diesem Zwecke sind wir mit einem glühenden Platindrahte von der hinteren Fläche aus in die graue Axe eingedrungen. Bei der nachträglichen Untersuchung der längere Zeit überlebend gewesenen Thiere hat es sich nun herausgestellt, dass der Entzündungsprocess, welcher sich rings um den Schorf entwickelt, den grössten Theil des Rückenmarksquerschnittes in Bindegewebsmassen umgestaltet hatte. Der Form nach waren nur die Vorderstränge und die Spitzen der Vorderhörner intact geblieben; geweblich waren auch die letzteren nicht mehr ganz normal.

Indem ich nun an diesen Thieren das allmälige Auftauchen von motorischen und sensorischen Functionen beobachtet habe, welche unmittelbar nach der Operation geschwunden waren, darf ich diese Fälle den Aussagen über die Function der Vorderstränge unterlegen. Ich theile in Folgendem über diese Versuchsform zwei Protokolle mit.

Protokoll Nr. 2.

Kleiner, nicht ganz junger Hund, von etwa 5 Kilogramm Körpergewicht. In der Gegend des ersten Lendenwirbels wird ein glühender Platindraht von der hinteren Rückenmarksfissur aus in die graue Substanz gesenkt.

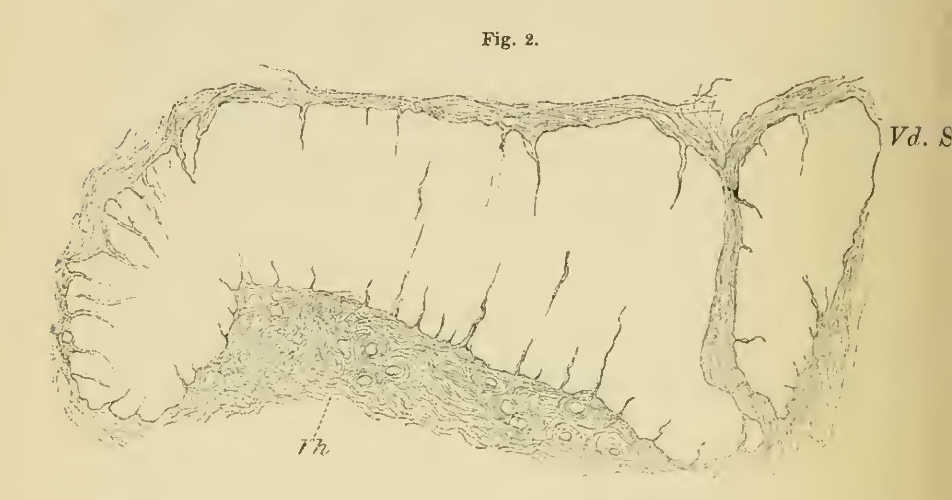
2. Tag. Vollständige Paraplegie und Anästhesie des Hinterstammes; links: Muskelstarrheit.

5. Tag. Hintere rechte Extremität unbeweglich und steif, hintere linke Extremität geringe Beweglichkeit; an beiden Extremitäten ist die Sensibilität, wenn auch vermindert, sowohl gegen Druck als auch gegen Nadelstiche vorhanden. — An den folgenden Tagen traten die Sehnenreflexe wieder auf, und es zeigte sich auch an der hinteren rechten Extremität eine geringe Motilität, die ebenso wie an der linken allmälig zunahm.

19. Tag. Bewegungsfähigkeit vermehrt, Sensibilität mehr ausgesprochen. Das Thier kann gehen und sogar laufen, hält aber alle Gelenke der Hinterextremität in Halbbeugestellung. Die Zehen sind nach der Sohle hin eingebogen; leichte Rigidität der Flexoren; der Gang zeigt keinen atactischen Charakter. Nunmehr wurde das Thier getödtet.

Die makroskopische Untersuchung des Rückenmarkes zeigte an der operirten Stelle eine etwa 15 Centimeter lange Strecke von Narbengewebe bedeckt.

Fig. 2.



Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen sind durch die schematische Abbildung Fig. 2 fixirt. Auf der einen Seite ist nur ein Theil des Vorderstranges vorhanden *(Vd. St.)*, und zwar der innere Abschnitt etwa der Pyramidenbahn-Vorderstrang entsprechend. An der anderen Seite war aber der ganze Vorderstrang und ein Rest des Seitenstranges erhalten. Der noch vorhandene Rest der grauen Substanz (des Vorderhornes dieser Seite *Vh)* liess — wie auch die Abbildung andeutet — wesentliche Gewebsänderungen erkennen.

Protokoll Nr. 3.

Kleiner Hund, wie in dem früheren Falle operirt.

1. Tag. Nur schwache Bewegungen mit den hinteren Gliedmassen. Das Thier versucht sich zu erheben, indem es sich fest auf die Vorderbeine stützt; das beabsichtigte Ziel wird jedoch nicht erreicht. Druck- und Schmerzempfindlichkeit nicht ganz geschwunden.

5. Tag. Vorwärtsbewegung möglich, aber erschwert und verlangsamt. Die hinteren Extremitäten werden in Flexionsstellung

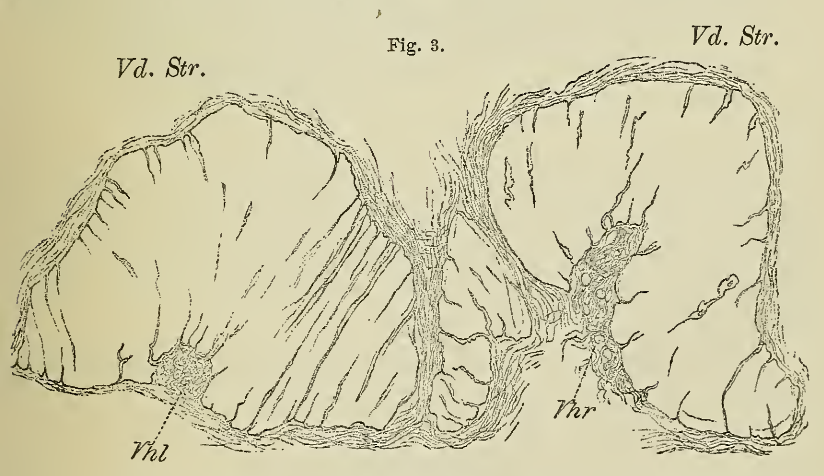
gehalten; die Zehen gegen die Fusssohle eingebogen. Sensibilität und Sehnenreflexe vorhanden, jedoch im verminderten Grade.

10. Tag. Vorwärtsschreiten erfolgt leichter, aber noch immer ist eine Schwäche im Gehen bemerkbar. Sensibilität und Sehnenreflex schwach vorhanden. Erection des Penis, die zwei Tage lang andauert.

20. Tag. Allgemeiner Zustand erheblich gebessert. Das Thier bewegt sich viel leichter und kann sogar laufen, doch verbleiben die Extremitäten in der Beugestellung. Der Gang hat keinen atactischen Charakter. Sensibilität vorhanden; sie gibt sich besonders kund, wenn in die Haut Nadeln eingestochen werden, durch welche man einen faradischen Strom leitet.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass das Rückenmark an der operirten Stelle nur mehr aus den Vordersträngen (*Vd. Str.* Fig. 3), der Spitze eines grauen Vorderhornes (des rechten *Vh. r.*) in einem Zipfel des linken Vorderhornes (*Vh. l.*) und zwei kleineren seitlichen Resten, die wahrscheinlich der vordersten Partie der Seitenstränge angehörten, bestand. — In dem zurückgebliebenen grauen Horn bemerkte man Veränderungen, ähnlich jenen der grauen Substanz im vorhergehenden Falle.

Fig. 3.



An diese beiden Protokolle füge ich nunmehr ein drittes an über ein Experiment, welches sich in der Methode von den früher

genannten der zweiten Reihe unterscheidet. Es ist nämlich in diesem Falle der Eingriff nicht mit dem Platindrahte, sondern mit dem Messer gemacht worden, u. zw. wieder in der Absicht, nur die graue Substanz zu zerstören. Bei der Operation sind durch eine Unvorsichtigkeit auch die Seitenstränge lädirt worden. Daran hat sich nun ein Zerstörungsprocess geknüpft, in dessen Folge an der operirten Stelle nur die Vorderstränge mit kleinen Resten der Vorderhörner übrig geblieben sind.

Fig. 4.

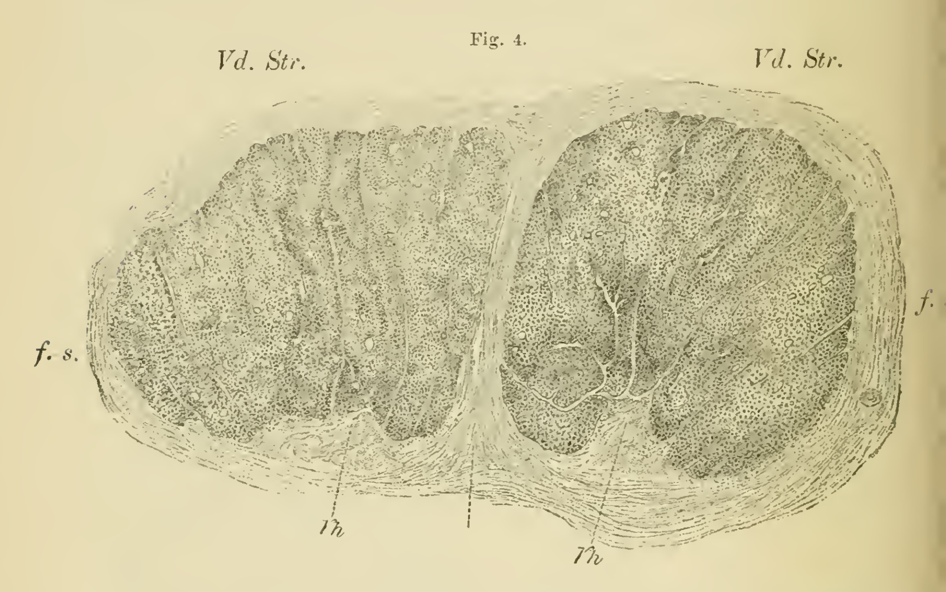


Fig. 4 gibt uns ein Bild von dem Querschnitte der entsprechenden Region. Man sieht die beiden mit markhaltigen Nerven versehenen Inseln *(Vd. Str.)* von einem faserigen Gewebe *(f. s.)* umringt; die Reste der Vorderhörner *(V. h.)* lassen über die Natur dieser Inseln keinen Zweifel übrig.

Ueber den Verlauf der Erscheinungen am lebenden Thiere ist Folgendes verzeichnet.

Protokoll Nr. 4.

Am zweiten Tage nach der Operation kann das Thier in liegender Stellung die Hinterextremitäten bewegen. Es ist aber unfähig,

sich zu erheben. Reflexe werden ausgelöst. Die Muskulatur zeigt eine gewisse Starre.

Am elften Tage kann sich das Thier erheben, aber der Gang ist schleifend und schwankend, die Muskelstarre nicht mehr vorhanden. Starke Abmagerung des Hinterkörpers. Mikroskopisch Atrophie der Muskelfasern der Hinterextremitäten nachweisbar.

Von diesem letzteren Befinden wird später noch die Rede sein.

Von den übrigen Functionen kommen nur diejenigen ernstlich in Betracht, welche unmittelbar vor der Tödtung des Thieres in Erscheinung traten. Denn an diesem Thiere sind einzelne Abschnitte des Rückenmarkes erst im Laufe der Erkrankung untergegangen. Massgebend bleibt daher nur, dass das Thier vor der Tödtung zu gewissen willkürlichen Bewegungen der Hinterextremitäten fähig war, trotzdem von den wenigen Bahnen nur die Vorderstränge vorhanden waren.

III. Die trophischen Centren der Muskeln.

Die im vorangehenden Abschnitte verzeichneten Versuchsthiere sind noch in anderer Weise verwerthet worden. Es sind nämlich angesichts der schon makroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen einiger Muskelgruppen auch mikroskopische Untersuchungen von Muskelfasern dieser Gruppen vorgenommen worden.

So wurde dem Thiere, von welchem im Protokoll 3 die Rede ist, am fünften Tage nach der Operation an der inneren Fläche seines linken Schenkels ein Stückchen eines Streckmuskels ausgeschnitten und nach geeigneter Behandlung unter das Mikroskop gebracht. Die Untersuchung ergab neben normalen Fasern auch solche, welche auffällig dünn waren, an manchen Stellen granulirt erschienen und keine Querstreifung aufwiesen, und endlich noch andere Fasern von grösserem Umfange, gleichmässig gefüllt mit einer granulirten Masse. Die Kerne des Sarcolemms erschienen normal.

Die nach erfolgtem Tode vorgenommene vergleichende Untersuchung der Muskelfasern, sowohl der hinteren als auch der vorderen Extremitäten hat die genannten Befunde an den unteren Extremitäten bestätigt. Die Existenz der Muskelatrophie und die causale Beziehung erscheinen somit auch experimentell sichergestellt.

Ich habe die Untersuchung an sieben Hunden durchgeführt und dabei die Muskulatur der Vorderextremitäten mit atrophischen Muskeln der Hinterextremitäten verglichen.

So konnte ich mich also überzeugen, dass jene Muskeln, deren Nerven noch zu intacten Vorderhörnern gingen, von der Atrophie verschont blieben.

IV. Die sensorischen Bahnen.

Die Untersuchungen über den sensorischen Abschnitt des Rückenmarks sind weitaus complicirter als die des motorischen Abschnittes.

Zunächst kommt hier der ungleiche Werth einer fundamentalen Methode in Betracht.

Für die motorischen Bahnen spielt die Beobachtung der Functionen eine entscheidende Rolle. Kann das Thier nach Durchschneidung gewisser Rückenmarksabschnitte gewisse Muskelgruppen willkürlich bewegen, dann ist der Beweis für den Zusammenhang der Nerven dieser Muskeln mit der Hirnrinde unweigerlich gegeben. Die anatomische Untersuchung hat dann zur Feststellung der Erkenntniss nur zu documentiren, ob jene Abschnitte in Wirklichkeit zerstört waren, die als in Folge des Eingriffes gestört angenommen werden.

Bei den sensorischen Bahnen können die Beweise nicht in derselben Stärke geführt werden.

Wohl kann man auch hier nach Durchschneidung gewisser Rückenmarksabschnitte prüfen, ob die Sensibilität gewisser Körperregionen und somit die Verbindung derselben mit der Hirnrinde erhalten ist.

Aber das Thier kann uns über seine Empfindungen keine genügende Auskunft geben; es beantwortet die äusseren Eindrücke mit Stammesbewegungen, von denen wir nicht immer wissen können, ob sie eine Folge sensorischer Wahrnehmung sind; sehr häufig sind es Reflexbewegungen, die unabhängig vom Sensorium ausgelöst werden.

Von noch grösserem Belange ist der Umstand, dass die Empfindlichkeit der Thiere je nach der Race und ihrem Alter verschieden

ist und daher einer Messung der Empfindungsgrösse vorläufig kein comparativer Werth beigelegt werden kann.

Immerhin sind aber gewisse Momente durch das Experiment, respective durch die Beobachtung der Functionen nach operativen Eingriffen sichergestellt worden.

Insoweit es zunächst die sensorischen **Functionen** der Seitenstränge betrifft, brauche ich mich nur auf die schon angeführten Versuchsprotokolle zu stützen, um mich jenen Aussagen anschliessen zu können, die schon von meinen Vorgängern, des Besonderen von Woroschiloff, gemacht worden sind. Doch will ich noch einmal des Näheren hervorheben, dass Durchschneidung eines Seitenstranges die Empfindlichkeit weder an der gleichseitigen noch an der contralateralen Körperhälfte auslöscht.

Auf die Frage nach einer etwa vorhandenen Ungleichheit in der Empfindlichkeit beider hinteren Extremitäten kann ich mich gar nicht einlassen, weil es mir an Mitteln gebricht, genaue Messungen anzustellen.

Nach Durchschneidung beider Seitenstränge geht die Empfindlichkeit für faradische Ströme vollkommen verloren. Es kann demgemäss keinem Zweifel unterliegen, dass die Hauptbahnen für die Empfindung der hinteren Extremitäten in den Seitensträngen verlaufen.

Indem aber die sensorischen Functionen ebenso wieder hergestellt werden können, wie die motorischen, indem ferner sensorische Functionen in den Hinterextremitäten auch dann noch auftreten, wenn an der Grenze von Brust- und Lendenmark nur die Vorderstränge erhalten sind; so müssen die Vorderstränge ebensowohl collaterale Bahnen für die Empfindung, wie für die centrifugalen Impulse enthalten.

Mit diesen Befunden ist aber die Frage nach dem Verlauf der sensorischen Bahnen noch lange nicht erschöpft. Es bleibt zunächst der Verlauf der hinteren Wurzeln zu eruiren. Es ist der Zusammenhang dieser Wurzeln, erstens mit der grauen Substanz, zweitens mit den Hintersträngen, drittens mit der Kleinhirn-Seitenstrangbahn zu eruiren.

Auf diese Frage hat uns die Beobachtung der Functionen bisher keinen Aufschluss gebracht. Wir verdanken die grossen Fortschritte, welche auf diesem Gebiete in dem letzten Decennium gemacht worden sind, der mikroskopischen Untersuchung, vor Allem der durch Türk aufgedeckten fortschreitenden Degeneration.

Türk hat die Degeneration, wie schon von anderen Autoren mehrfach betont wurde, durch das Auftreten von Fettkörnchen erkannt.

Eine Auswerthung der Färbemethoden[1]) für die Untersuchung der degenerativen Processe ist, so viel aus der Publication Schieferdecker's hervorzugehen scheint, zuerst von ihm systematisch durchgeführt worden. Und es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Methoden sehr viel zur Festsetzung und Ausbreitung jener Thatsachen beigetragen haben, die Türk entdeckt hat und die etwa 15 Jahre nach der ersten Publikation Türk's vielleicht durch Bouchard's[2]) Arbeiten zuerst einige Anerkennung gefunden haben.

Ich habe mich der Carminfärbung und auch der Färbung nach Weigert bedient. Es schien mir, dass ich mit einer von diesen beiden Methoden nicht ausreiche. Die Carminpräparate dienten hauptsächlich für die Untersuchung stärkerer Vergrösserungen, die Weigert-Präparate für die Uebersicht bei schwächeren Linsen. Namentlich da, wo die degenerirten Fasern nicht zahlreich sind, bietet uns diese Färbungsmethode durch schwächere Vergrösserungen ein Gesammtbild des Degenerationsareals, welches zuweilen überzeugender wirkt, wie die Carminpräparate unter starken Vergrösserungen.

1. Versuchsreihe.

Ueber die Fortsetzung der sensorischen Wurzeln in den Hintersträngen.

Dass von Krankheitsherden des Rückenmarkes aus in den Hintersträngen eine Degeneration aufsteigt, war schon Türk bekannt.

---

[1]) Herr Prof. Stricker gestattet mir hier in seinem Namen die Bemerkung zu machen, dass Türk noch im Jahre 1861 das menschliche Rückenmark in Alkohol aufbewahrt hat, trotzdem damals schon sehr schöne Carminpräparate aus der Chromsäurehärtung angefertigt wurden.

[2]) Archives générales de médecine. 1866, Vol. I und II.

Schieferdecker hat dann gezeigt, dass Fasern der hinteren Wurzeln zum Theil in den Goll'schen Strängen vertical aufsteigen.

Singer[1]) war der Erste, welcher eine aufsteigende Degeneration der Hinterstränge in Folge einer Durchschneidung der hinteren Wurzeln durch das Brust- und Halsmark bis in die Kerne der zarten Stränge verfolgt hat.

Jul. Wagner hat die hinteren Wurzeln bei jungen Katzen ausgerissen. Diese Methode gewährt den Vortheil, dass man den Wirbelcanal nicht zu eröffnen braucht. Der Ischiadicus wird nach seinem Austritte aus dem Becken gefasst und ausgerissen. Es reissen dabei die hinteren Wurzeln oberhalb der Intervertebral-Ganglien ab.

Jul. Wagner[2]) hat die Angaben Singer's bestätigt, und mich angeregt, die Untersuchung neuerdings aufzunehmen.

Es wurden daher an 7—8 Tage alten Katzen die Wurzeln eines Ischiadicus ausgerissen und die Thiere 22—40 Tage am Leben erhalten.

Meine Beobachtungen haben mich wohl nur zu einer Bestätigung der Angaben Singer's und Wagner's, doch aber auch zu einer etwas genaueren Beschreibung der Form des aufsteigenden Bündels geführt. Andererseits lassen meine Präparate vermuthen, dass sich die Veränderungen bis in den Kern des zarten Stranges hinein erstrecken.

Die Figuren 5, 6 und 7 lassen die Form und Lage der degenerirten Stellen in den Hintersträngen erkennen.

Fig. 5 zeigt uns die Abbildung eines Querschnittes an der Stelle, wo die Wurzeln ausgerissen wurden (rechter N. ischiad.). Der ganze Hinterstrang derselben Seite zeigt tiefe Veränderungen, mit Ausnahme einer kleinen dünnen, dreieckigen median und hinten gelegenen Partie *(i)*, welche noch intact geblieben war. (Fig. 5.)

In der Gegend des unteren Brustmarks wird das Bild schon wesentlich anders. Hier ist es nur mehr ein Bündel aufsteigender

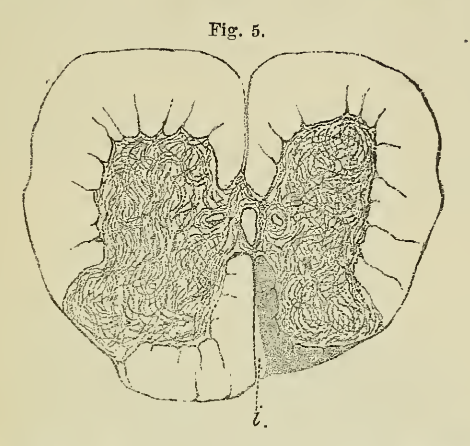
---

[1]) Wiener Sitzungsberichte. 1882. Bd. 84, III. Abth.

[2]) Centralbl. f. Nervenkrankh. 1886. Nr. 4.

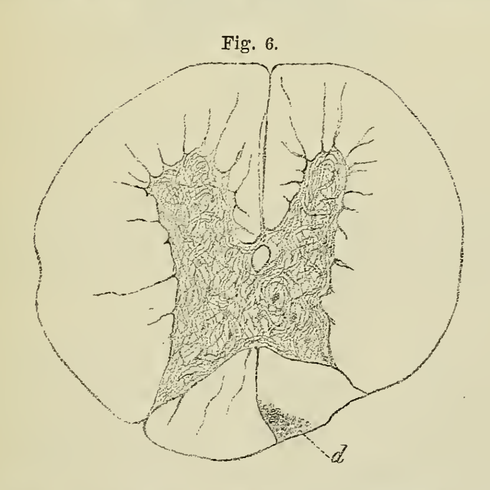
Fasern, an welchem sich die Degeneration erkennen lässt. Das Bündel legt sich immer mehr an die Medianlinie und nimmt schon am zwölften Brustwirbel einen hinteren und medianen Abschnitt des

Fig. 5.



Goll'schen Stranges ein. (*d* Fig. 6.) Das Degenerations-Areale bildet ein Dreieck, dessen Basis *d* an dem Rande des Stranges und dessen Scheitel beiläufig in der Mitte der Medianlinie zu liegen

Fig. 6.

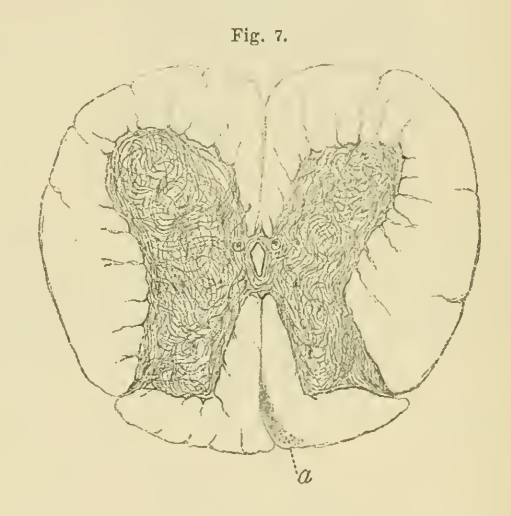


kommt. In diesem Areale jedoch ist die Vertheilung der atrophischen Fasern nicht gleichmässig; gegen den Scheitel zu stehen sie dichter aneinander gereiht, während sie sich peripher (gegen *d* hin) allmälig

mit normalen Fasern vermischen, welch' letztere in dem äussersten Saume an der Basis des erwähnten Dreieckes sehr stark überwiegen.

Derart setzt sich das atrophische Faserbündel in dem übrigen Rückenmarke bis zur Oblongata fort. In dem Cervicalmarke (Fig. 7 *a*) hat es eine etwas andere Form angenommen. Bei genauerer Untersuchung zeigt es sich aber, dass das Bündel in seinem Umfange gleich geblieben ist. Es scheint daher, dass diese Bündel in ihrem Verlaufe von den untersten Brustwurzeln aus annäherungsweise dieselbe Anzahl Fasern beibehalten.

Fig. 7.



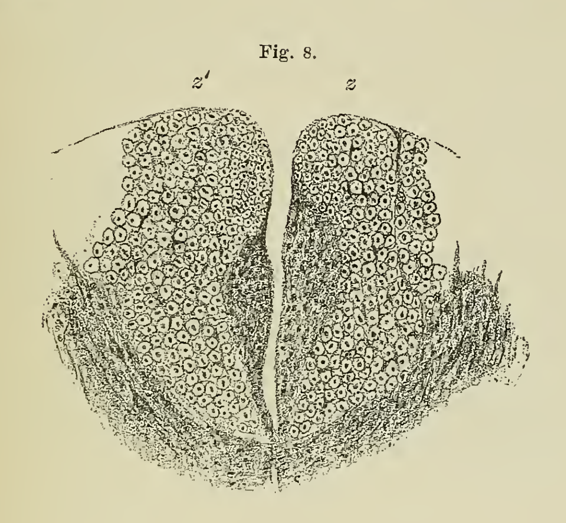
In einem der von uns untersuchten Fälle, wo die degenerirten Fasern bis zu dem betreffenden Kerne in der Medulla oblongata verfolgt werden konnte, schien auch der Kern des zarten Stranges verändert.

Ich gebe in Fig. 8 das Bild eines Durchschnittes, das Herr Dr. Jkalowicz zu zeichnen die Güte hatte. Es zeigt uns das Bild (in *z z'*) die zarten Stränge wahrscheinlich schon in der Region der Nervenkerne; *z* lässt nämlich bei stärkerer Vergrösserung schon einige Ganglienzellen erkennen.

Nun erscheint das Feld *z'* kleiner als *z* und reicher an Zellkernen. Selbst die Ganglienzellen dieses Feldes scheinen nicht das

normale Aussehen zu bieten. Doch muss ich hierüber mein Urtheil in suspenso halten. Ich habe eben nur einen Fall vor Augen und da kann ja ein zufälliger Umstand gewaltet haben. Ich will daher mit meiner Beschreibung nur den Thatbestand in diesem einen Falle fixiren und des Besonderen das veränderte Aussehen des einen Feldes betonen.

Fig. 8.



Neben der aufsteigenden Generation eines Nervenbündels im Hinterstrange treten nach der Ausreissung einer Ischiadicuswurzel noch andere krankhafte Herde auf. Es sind dies disseminirte Entzündungsherde, wie sie von Westphal, Schieferdecker, Kahler und Schiff beschrieben worden sind. Eine directe Beziehung zwischen diesen Herden und der Degenerationsbahn ist auch von mir nicht aufgedeckt worden.

Als bemerkenswerth habe ich nur hervorzuheben, dass in diesen Herden zahlreiche — wie es scheint, erweiterte — Capillaren vorkommen, in deren Wänden zahlreiche Kerne sichtbar sind. Diese Wahrnehmung gibt einen Anhaltspunkt, eine durch Vasodilatatoren hergestellte Beziehung zwischen jenen Herden und den hinteren Ischiadicuswurzeln in Betracht zu ziehen.

2. Versuchsform.

Die aufsteigende Degeneration in der Kleinhirn-Seitenstrangbahn.

Schon Schieferdecker hat die Bemerkung gemacht, dass die Kleinhirn-Seitenstrangbahn aufsteigend degenerirt, wenn sie direct durchschnitten wird. Ferner haben Schieferdecker, Flechsig und Schiff der Vermuthung Raum gegeben, dass jene Fasern in die genannte Bahn aus der grauen Substanz eindringen, wo sie ein trophisches Centrum besitzen.

Herr Jul. Wagner theilt mir andererseits mit, dass er nach Ausreissungen von Ischiadicus- und Brachialiswurzeln keine Degeneration in den Kleinhirn-Seitenstrangbahnen gesehen, wohl aber in einigen Fällen von Durchschneidungen der Ischiadicuswurzeln, einer Operation, bei welcher der Wirbelcanal aufgebrochen und das Rückenmark möglicher Weise verletzt worden ist.

Aus meinen Versuchen ergibt sich nun, dass sich eine aufsteigende Degeneration der Kleinhirn-Seitenstrangbahn an eine Verletzung der grauen Substanz knüpft.

Fig. 9.

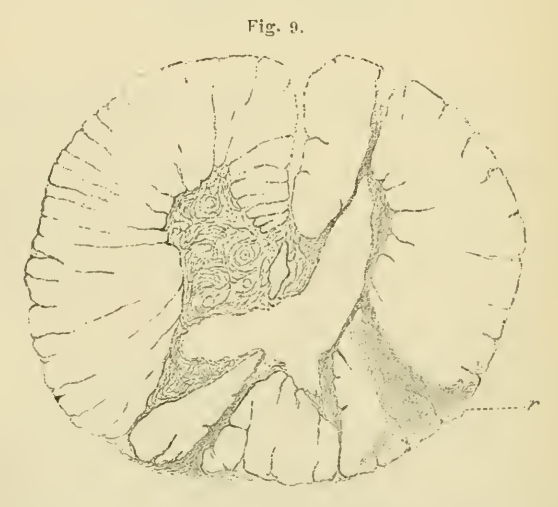


Fig. 9 gibt uns ein Bild von den Folgen der Operation. Die graue Substanz ist in der rechten Hälfte fast ganz zerstört worden.

Indem ich dieses Rückenmark zuerst an der Stelle der Läsion und dann an immer höheren Partien untersucht habe, konnten wir eine Degeneration im rechten Seitenstrange, u. zw. in dessen Kleinhirnbahn, constatiren. Das Degenerations-Areale scheint an dem äusseren Rande des rechten Hinterhorns zu beginnen. Von da zieht es sich in Fächerform gegen die Peripherie, wo es sich nach hinten und vorne ausbreitet. Bei allen, aus der operirten, 2 Cm. langen Stelle gewonnenen Präparaten haben wir das Areale in analoger Gestalt und Grösse beobachtet. Da ich, wie schon bemerkt wurde, nur über einen Fall verfüge und die Zahl der veränderten Fasern nicht so gross ist, um ganz auffällige Herde zu formiren, so muss auch hier die Bestätigung dieses Falles abgewartet werden. Insoweit es den einzelnen Casus betrifft, kann über das Vorhandensein der Degeneration in der Kleinhirn-Seitenstrangbahn kein Zweifel obwalten.

Dass graue Substanz zerstört worden ist, dass die Degeneration in der Höhe der Zerstörung anfängt, kann auch nicht bezweifelt werden. Discutirbar ist nur die Frage, ob nicht neben der grauen Substanz noch etwas Anderes, etwa ein Stück Seitenstrang, zerstört war, was zu einer Degeneration führen konnte. Darüber werden wohl weitere Arbeiten Auskunft geben.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien, I., Augustinerstrasse 12.





Druck von Gottlieb Gistel & Comp., Wien I., Augustinerstrasse 12.



